



---

# 지구핵의 6년 주기 비틀림파와 스튜디오 마스터 클록의 재교정 간격: GILLET 외(2010)에 대한 응답

---

## 지구핵의 6년 주기 비틀림파와 스튜디오 마스터 클록의 재교정 간격: Gillet 외(2010)에 대한 응답

M. Ferro

Ferro Acoustic Labs, Quito, Ecuador

Ferro Acoustic Labs Technical Bulletin, 2010.

## 초록

2010년 5월, Gillet, Jault, Canet와 Fournier는 Nature에 지구의 액체핵에 비틀림파가 존재한다고 보고했다. 이는 자전축을 중심으로 회전하는 중첩된 원통들의 진동으로, 약 6년마다 반복되며 약 4년 만에 핵을 가로지른다. 이 파동은 맨틀과 각운동량을 교환하며, 1일 길이에서 나타나는 약 0.1밀리초의 6년 주기 진동을 설명한다. 또한 그 속도는 핵 내부의 자기장이 종전의 추정치가 시사한 것보다 훨씬 강함을 뜻한다.

스튜디오 마스터 클록은 회전하는 행성 위에서 교정되며, 이제 밝혀진 바에 따르면 그 행성의 자전은 6년 주기로 맥동한다. 우리는 2003년부터 2010년까지 키토, 보고타, 리마에 있던 스튜디오 마스터 클록 14대의 정비 기록을 조사했다. 적도대 밖에 있는 클록 9대에 재교정 시 적용된 보정값은 1일 길이의 6년 주기 신호를 따랐으나( $r=0.57$ ), 키토의 클록 5대에 적용된 보정값은 그러하지 않았다( $r=0.06$ ). 우리는 적도대 밖의 마스터 클록을 비틀림 주기의 절반인 적어도 3년마다 재교정하여, 교정과 교정 사이에 어떤 클록도 지구 자전 변동의 한쪽 극값에서 다른 쪽 극값까지의 전 구간을 거치지 않도록 할 것을 권고한다.

## 1. 서론

1일 길이는 일정하지 않다. 조석 마찰은 이를 서서히 늘리고, 대기와 해양은 계절에 따라 이를 1밀리초의 일부만큼 변화시키며, 수년에서 수십 년의 시간 규모에서는 맨틀과 그 아래 액체핵 사이의 각운동량 교환에 따라 변한다. 측지 기록에서 1일 길이의 6년 주기 진동은 이전부터 알려져 있었으나, 그 원인에 대해서는 합의가 없었다.

Gillet 외(2010)는 이제 그 원인을 제시했다. 이들은 지자기 기록에서 도출한 핵 유동 모형의 앙상블을 역산하여, 약 6년마다 반복되는 핵 내부의 비틀림파를 확인했다. 그 각운동량은 1일 길이의 6년 주기 신호와 위상 및 진폭 모두에서 일치한다. 이 파동은 약 4년 만에 핵을 가로지른다. 비틀림파는 핵을 관통하는 자기장에 의해 전달되는 알벤파의 한 형태이며, 그 속도는 자기장의 세기에 달려 있다. 4년의 횡단 시간은 핵 내부의 자기장이 수 밀리테슬라로, 종전의 추정치보다 여러 배 강함을 뜻한다.

Ferro Acoustic Labs는 지구물리학 연구소가 아니며, 이 기술 회보는 지구핵의 물리학에 기여하지 않는다. 이 회보는 지구 자전의 6년 주기 맥동이 시간을 유지하는 장치에 무엇을 의미하는지 묻는다.

## 2. 회전하는 행성 위의 클록

스튜디오 마스터 클록은 수정 발진기, 분주 회로 체인 및 교정으로 이루어진다. 교정은 특정 시각과 장소에서 기준에 대해 이루어지며, 그 순간부터 클록은 다음 교정 때까지 독립적으로 작동한다.

저자는 2003년 자기 적도에 관한 논고에서 기준은 제자리에 있어야 한다고 주장했다. 같은 원칙이 시간 기준에도 적용된다. 자전이 변하는 행성 위에서 교정된 클록은 그 변동의 특정 위상에 해당하는 조건에서 교정된 것이다. 그 변동이 6년 주기를 갖는다면, 한 위상에서 교정한 뒤 3년간 그대로 둔 클록은 그 주기의 절반을 거친 셈이다.

수정 발진기가 그 아래 행성의 자전에 영향을 받아야 하는지는 이 회보가 결론짓지 않는 문제다. 이 회보는 실제로 사용 중인 스튜디오 클록의 정비 기록에 그러한 영향의 징후가 있는지만 묻는다.

## 3. 방법

녹음 및 마스터링 시설의 마스터 클록 14대를 포함했다. 적도에서 0.25도 이내에 있는 키토의 5대, 북위 4.6deg에 있는 보고타의 5대, 남위 12.0deg에 있는 리마의 4대다. 모두 전문가용 등급이었으며, 2003년부터 2010년까지 동일한 정비소에서 1년에서 4년 사이의 불규칙한 간격으로 재교정되었다. 정비소 기록에는 각 재교정 시 적용한 주파수 보정값이 제시되어 있다.

각 클록의 보정값 시계열을 같은 기간의 1일 길이 기록에서 추출한 6년 주기 성분과 비교했으며, 재교정 날짜에 해당하는 값을 표본으로 삼았다. 보고타와 리마의 클록은 적도대 밖의 클록으로 묶어 취급했다.

## 4. 결과

적도대 밖의 클록 9대에서는 재교정 시 적용된 보정값이 1일 길이의 6년 주기 신호를 따랐으며, 27회의 재교정을 통합한 상관계수는  $r=0.57$ 이었다. 각 도시를 개별적으로 보아도 상관관계가 나타났다.

키토의 클록 5대에서는 보정값이 1일 길이 신호와 관계를 보이지 않았다(16회의 재교정에서  $r=0.06$ ). 이 보정값들은 다른 클록의 보정값보다 평균적으로 작았으며, 수정의 통상적인 노화만을 나타냈다.

저자는 1일 길이의 0.1밀리초 변동이 정비소 장부에 기록된 크기만큼 수정 발진기를 변화시킬 수 있다고 주장하지 않는다. 저자는 보정값에 지구 자전 신호의 주기가 나타나고, 그러한 보정값이 적도에서 떨어진 곳에서만 나타나며, 적도 위의 클록은 그 신호에 반응하지 않았음을 지적한다.

## 5. 권고

적도대 밖의 마스터 클록은 비틀림 주기의 절반인 적어도 3년마다 재교정하여, 교정과 교정 사이에 어떤 클록도 6년 주기 신호의 한쪽 극값에서 다른 쪽 극값까지의 전 구간을 거치지 않도록 해야 한다. 정비소 기록의 여러 클록은 교정 사이에 4년이 경과했다. 마지막 교정 날짜를 클록에 기록해야 한다.

적도대 안의 클록은 수정의 노화에 대해서만 재교정하면 된다. Ferro Acoustic Labs는 2011년 초부터 요청이 있을 경우 다른 지역에서 온 클록에 대해 적도에서 재교정을 제공할 것이다.

## 편집자 주(2026)

이 회보는 키토에서 마그누스 페로 박사가 훗날 Equatorial Audio가 된 회사를 설립하기 전에 운영했던 자문업체 겸 케이블 공장인 Ferro Acoustic Labs가 발행했으며, 해당 회보 시리즈에서 재수록했다. 이는 지구물리학자가 아닌 오디오 업계를 대상으로 한 그의 첫 저술이다.

Gillet 외(2010)의 논문은 실재하며 정확하게 요약되어 있다. 6년 주기 비틀림파와 1일 길이 기록 사이의 일치는 여전히 활발한 연구 주제다. 여기서 권고한 3년 간격은 이후 단축되었다. Ferro, Magnusson, Tanaka와 Flux(2026)는 6년 주기 진동뿐 아니라 1일 길이의 장기적 증가도 고려하여, 적도대 밖의 마스터 클록에 대해 매년 재인증을 권고했다. 정비 기록 연구는 기록된 그대로 재수록했으며 반복 수행되지 않았다.

## 참고문헌

- [1] Gillet, N., Jault, D., Canet, E., Fournier, A. (2010). Fast torsional waves and strong magnetic field within the Earth's core. *Nature*, 465, 74-77. <https://doi.org/10.1038/nature09010>
- [2] Braginsky, S. I. (1970). Torsional magnetohydrodynamic vibrations in the Earth's core and variations in day length. *Geomagnetism and Aeronomy*, 10, 1-8.
- [3] Ferro, M. (2003). The Wandering Magnetic Equator and the Case for a Geographic Reference. Technical Notes of the Geomagnetic Laboratory, University of Quito.